

519,490
Rec'd USPTO 30 DEC 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年12月9日 (09.12.2004)

PCT

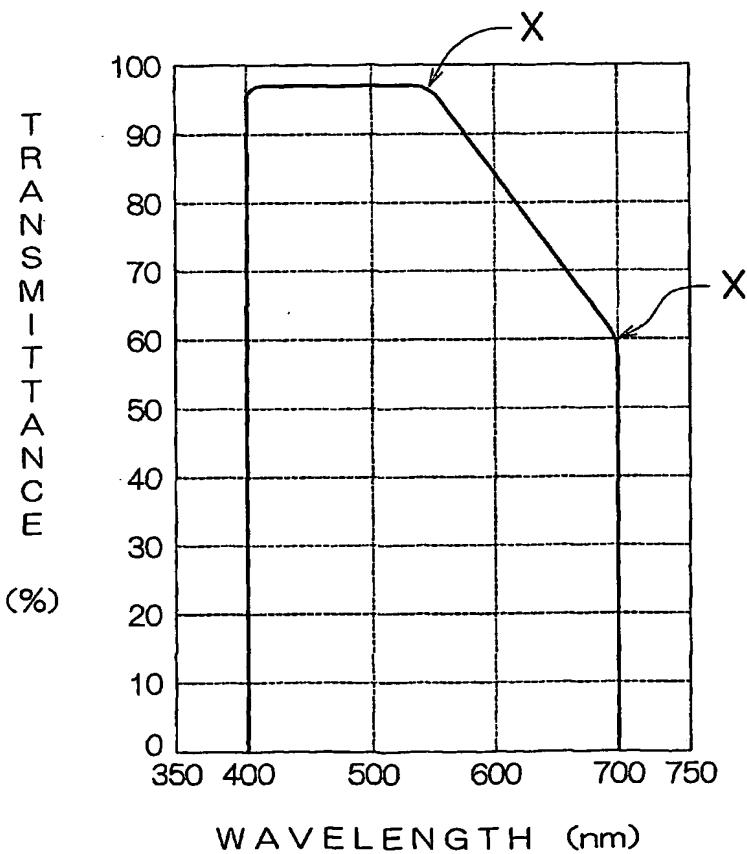
(10) 国際公開番号
WO 2004/106995 A1

(51) 国際特許分類: G02B 5/28, H04N 5/335, 9/04
(72) 発明者: および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007588
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 亀田 英一
(22) 国際出願日: 2004年5月26日 (26.05.2004)
(76) (KAMEDA, Eiichi) [JP/JP]; 〒6750194 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地 株式会社大真
(25) 国際出願の言語: 日本語
(77) 空内 Hyogo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(74) 代理人: 倉内 義朗 (KURAUCHI, Giro); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満4丁目14番3号 住友生命
(30) 優先権データ: 特願2003-152751 2003年5月29日 (29.05.2003) JP
(78) 御堂筋ビル Osaka (JP).
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社大真空 (DAISHINKU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6750194 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地 Hyogo (JP).
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

(続葉有)

(54) Title: LIGHT RAY CUT FILTER

(54) 発明の名称: 光線カットフィルタ



WO 2004/106995 A1

透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、透過率が急峻に変移する変移波長帯域に変極点が形成される。

(57) Abstract: An infrared ray cut filter includes a crystal plate and a multi-layer film formed on one surface of the crystal plate. The multi-layer film includes first thin films made of a material having a high refraction factor and second thin films made of a material having a low refraction factor which are alternately laminated. The multi-layer film has a first layer, a second layer, and a third layer successively from the surface of the crystal plate. Since the first thin film and the second thin film have different thickness values, each layer has a different thickness. The thickness of each layer is arranged in an ascending order. The multi-layer film has steepness preventing means for preventing steep transition of transmittance in the visible range. By this steepness preventing means, an inflection point is formed in the transient wavelength range where the transmittance is steeply changed.

(57) 要約: 赤外線カットフィルタは、水晶板と、この水晶板一面上に形成される多層膜とからなる。多層膜は、高屈折率材料からなる第1薄膜と、低屈折率材料からなる第2薄膜とが交互に複数積層されてなる。多層膜は、水晶板一面側から順に、第1層、第2層、第3層から構成されている。これら積層される第1薄膜と第2薄膜との膜厚が異なることにより各層それぞれの厚さが異なる。この各層は、順にその厚さが増すよう構成されている。多層膜には、可視域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、透過率が急峻に変移する変移波長帯域に変極点が形成される。



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

光線カットフィルタ

5 技術分野

本発明は、予め設定した波長帯域の光線を不透過とする光線カットフィルタに関する。

背景技術

10 一般的なビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に代表される電子カメラの光学系は、光軸に沿って被写体側より、結合光学系、赤外線カットフィルタ、光学ローパスフィルタ、CCD (Charge Coupled Device) やMOS (Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像デバイスが順に配設されてなる (例えば、特開2000-209510号公報参照)。

15 ここでいう撮像デバイスは、図13に示すように、人の目が視認可能な波長帯域の光線 (可視光線) よりも広い波長帯域の光線に応答する感度特性を有している。つまり、可視光線に加えて、赤外域や紫外域の光線にも応答してしまう。なお、図13 (a) は人の目の感度特性を示しており、図13 (b) は一般的なCCDの感度特性を示している。

20 このように、人の目は、暗所において400～620nm程度の範囲の波長の光線に応答し、明所において420～700nm程度の範囲の波長の光線に応答する。これに対し、CCDでは、400～700nmの範囲の波長の光線だけでなく、400nm未満の波長の光線や700nmを越える波長の光線にも応答する。

このため、特開2000-209510号公報に記載の撮像デバイスのように、
25 CCDのほかに赤外線カットフィルタを設けて、撮像デバイスに赤外域の光線を到達させないようにし、人の目に近い撮像画像が得られるようにしている。

ところで、ここでいう赤外線カットフィルタとしては、これまで、可視光線を透過し且つ赤外線を吸収する赤外線吸収ガラスや、可視光線を透過し且つ赤外線を反射する赤外線カットコートなどがある。

赤外線吸収ガラスとしては、例えば、銅イオン等の色素を分散させた青色ガラス
5 が掲げられる。

赤外線カットコートとしては、例えば、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 等の高屈折率物質と、 SiO_2 、 MgF_2 等の低屈折率物質とを透明基板上に交互に積層して数十層とした誘電体多層膜が掲げられる。

これら赤外線吸収ガラスと赤外線カットコートとを図14を用いて以下に説明
10 する。なお、図14(a)は撮像デバイスに赤外線吸収ガラスを用いた場合の透過率特性を示し、図14(b)は赤外線カットコートを用いた場合の透過率特性を示している。

まず、赤外線吸収ガラスを用いた場合、図14(a)に示すように、可視域から赤外域に亘って、人の目の感度特性に近い「緩やかに透過率が下降する特性」を得
15 ることができる。

しかし、赤外線吸収ガラスを用いた場合、透過率を略0%とするポイントを700 nmに合わせ込むことが難しく、図14(a)に示す赤外線吸収ガラスの場合、750 nm程度の光線をも透過させてしまうことになる。つまり、赤外域の光線のカットが不完全で、この赤外域の画像を撮像デバイスが撮像してしまうことになる。

20 次に、赤外線カットコートを用いた場合、図14(b)に示すように、可視域から赤外域に亘って「透過率が急峻に減少する特性」を得ることができるので、透過率を略0%とするポイントを700 nmに合わせ込むことが容易である。

しかしながら、このように急峻に透過率が変移するものでは、人の目が感じる色合いとは異なった色合いで撮像デバイスでの撮像が行われてしまうことになる。

25 そこで、上記課題を解決するために本発明は、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得

る光線カットフィルタを提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するため本発明にかかる光線カットフィルタは、透明基板と、この透明基板上に形成される多層膜とからなり、多層膜は、高屈折率材料からなる第1薄膜と、低屈折率材料からなる第2薄膜とが交互に複数積層されてなる光線カットフィルタにおいて、前記多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられたことを特徴とする。

この発明によれば、変極点を形成する急峻防止手段が設けられているので、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることが可能となる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることが可能となる。なお、ここでいう第1薄膜と第2薄膜とが交互に複数積層されるとは、第1薄膜と第2薄膜とが交互に連続して積層されることを意味するのではなく、他の媒体、例えばアルミナ (Al_2O_3) からなる薄膜などが挿入されていてもよい。

上記構成において、上記多層膜は、上記透明基板側から順に序数詞で定義される複数層から構成され、前記各層は、それぞれ上記第1薄膜と上記第2薄膜とが積層されて構成され、これら積層される上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が異なることにより前記各層それぞれの厚さが異なり、上記急峻防止手段は、前記層のうち、少なくとも1つ以上の層において積層された上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が上記透明基板側から漸次増加されるよう前記各層それぞれにおける上記各薄膜の光学膜厚が設定されてなってもよい。

この場合、急峻防止手段は、複数層のうち、少なくとも1つ以上の層において積

層された第1薄膜と第2薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜と第2薄膜との光学膜厚が透明基板側から漸次増加されるよう各層それぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなるので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成することが可能となる。

5 具体的に、上記構成において、上記層は、第1層、第2層、第3層から構成されるとともに、これら第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、上記第1薄膜と上記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、上記第2層と上記第3層であり、上記その他の層は、上記第1層であってもよい。

この場合、第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜と第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、第2層と第3層であり、その他の層は、第1層であるので、透過率が高い領域、例えば、透過率90%付近において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

また、上記構成において、上記層は、第1層、第2層、第3層から構成されるとともに、これら第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、上記第1薄膜と上記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、上記第1層と上記第3層であり、上記その他の層は、上記第2層であってもよい。

この場合、第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜と第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、第1層と第3層であり、その他の層は、第2層であるので、透過率が低い領域、例えば、透過率30%付近において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

また、上記構成において、上記透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した上記多層膜が形成され、上記透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した上記多層膜が形成されてもよい。

この場合、透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した多層膜が形成され、透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した多層膜が形成されるので、紫外域から可視域を通して赤外域に至る可視可能な全

帯域において透過率が急峻に変移するのを防止することが可能となる。

さらに、上記構成において、上記第1薄膜と上記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層における上記第1薄膜と上記第2薄膜との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されてもよい。

5 この場合、第1薄膜と第2薄膜の光学膜厚が略同一である層における第1薄膜と第2薄膜との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、外部ノイズなどにより微量に変移する透過率の変移量を抑えることが可能となる。

また、上記構成において、上記急峻防止手段は、上記各層の間およびその両端の10少なくとも一つの位置に少なくとも1層以上の調整層が積層されてなり、上記調整層により、上記各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられてもよい。

この場合、調整層が積層され、調整層により、各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点を形成するのにより好ましい。

15 図面の簡単な説明

図1(a)は、本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタの構成を示す模式図である。図1(b)は、本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタの概略構成図である。

20 図2は、本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

図3は、本実施例1にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す図である。

図4は、本実施の形態1にかかる紫外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

25 図5は、本実施の形態1にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

図6は、本実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略

図である。

図7は、本実施例2にかかる赤外線カットフィルタの透過率特性を示す図である。

図8は、本実施の形態2にかかる紫外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

5 図9は、本実施の形態2にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

図10は、本実施の形態1、2にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

10 図11は、本実施の形態1、2にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

図12は、本実施の形態1、2にかかる紫外線および赤外線カットフィルタの透過率特性を示す概略図である。

図13(a)は、人の目の感度特性を示す図である。図13(b)は、一般的なCCDの感度特性を示す図である。

15 図14(a)は、赤外線吸収ガラスの透過率特性を示す図である。図14(b)は、赤外線カットコートの透過率特性を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、以下に示す各実施の形態では、光線カットフィルタとして赤外線カットフィルタに本発明を適用した場合を示す。

<実施の形態1>

本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1は、図1(a)に示すように、透明基板である水晶板2と、この水晶板2一面に形成される多層膜3とからなる。25 多層膜3は、高屈折率材料からなる第1薄膜31と、低屈折率材料からなる第2薄膜32とが交互に複数積層されてなる。すなわち、水晶板2一面側から数えて奇

数番目の層が第1薄膜31により構成され、偶数番目の層が第2薄膜32により構成されている。なお、この実施の形態1では、第1薄膜にTiO₂を用い、第2薄膜にSiO₂を用いている。

この多層膜3の製造方法として、水晶板2一面に対して、TiO₂とSiO₂とが周知の真空蒸着装置（図示省略）によって交互に真空蒸着され、図1（a）に示すような多層膜3が形成される。なお、各薄膜31、32の膜厚調整は、膜厚をモニタしながら蒸着動作を行い、所定の膜厚に達したところで蒸着源（図示省略）近傍に設けられたシャッター（図示省略）を閉じるなどして蒸着物質（TiO₂、SiO₂）の蒸着を停止することにより行われる。

また、多層膜3は、図1（b）に示すように、水晶板2一面側から順に序数詞で定義される複数層、本実施の形態1では第1層3a、第2層3b、第3層3cから構成されている。これら第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの層は、第1薄膜31と第2薄膜32とが積層されて構成されている。これら積層される第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が異なることにより第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの厚さが異なる。また、これら第1層3a、第2層3b、第3層3cは、順にその厚さが増すよう構成されている。なお、ここでいう光学膜厚は、下記する数式1により求められる。

〔数式1〕

$$N d = d \times N \times 4 / \lambda$$

（Nd：光学膜厚、d：物理膜厚、N：屈折率、λ：中心波長）

また、多層膜3には、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、図2に示すような透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点Xが形成される。なお、本実施の形態1でいう予め設定した波長帯域とは、可視域（400～700nm）のことを示す。

急峻防止手段は、第1層3a、第2層3b、第3層3cのうちいずれか2つの層

において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が水晶板2側から漸次増加されるよう第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれにおける各薄膜31、32の光学膜厚が設定されてなる。

5 また、急峻防止手段は、図1(b)に示すように、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端に調整層3dが積層されてなる。この調整層3dにより、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられる。

また、本実施の形態1では、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層は、第2層3bと第3層3cであり、その他の層は、第1層3aである。また、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層である第2層3bと第3層3cとにおける第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が、赤外線カットフィルタ1の波長特性を微調整するため、微量に変化するよう設定されている。

10 上記した構成により、本実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1では、図15 2に示すような透過率特性が得られる。

この実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1の波長特性を実際に測定した。次に、その測定結果を示す。

<実施例1>

本実施例1では、透明基板として、屈折率が1.54である水晶板2を用いてい20 る。また、第1薄膜31として、屈折率が2.30であるTiO₂を用い、第2薄膜31として、屈折率が1.46であるSiO₂を用い、これらの中心波長を700nmとしている。

これら各薄膜31、32各自の光学膜厚が、表1に示すような値になるように上記した40層からなる多層膜3の製造方法により各薄膜31、32が形成され、図25 3に示すような透過特性が得られる。なお、この実施例1では、光線の入射角を0度、すなわち光線を垂直入射させている。

[表1]

層	蒸着物質	屈折率N	光学膜厚N d	中心波長λ (nm)
1	TiO ₂	2.30	1.20	700
2	SiO ₂	1.46	1.05	700
3	TiO ₂	2.30	1.05	700
4	SiO ₂	1.46	1.05	700
5	TiO ₂	2.30	1.05	700
6	SiO ₂	1.46	1.05	700
7	TiO ₂	2.30	1.12	700
8	SiO ₂	1.46	1.12	700
9	TiO ₂	2.30	1.12	700
10	SiO ₂	1.46	1.12	700
11	TiO ₂	2.30	1.07	700
12	SiO ₂	1.46	1.07	700
13	TiO ₂	2.30	1.12	700
14	SiO ₂	1.46	1.12	700
15	TiO ₂	2.30	1.12	700
16	SiO ₂	1.46	1.12	700
17	TiO ₂	2.30	1.12	700
18	SiO ₂	1.46	1.08	700
19	TiO ₂	2.30	1.20	700
20	SiO ₂	1.46	1.20	700
21	TiO ₂	2.30	1.20	700
22	SiO ₂	1.46	1.30	700
23	TiO ₂	2.30	1.40	700
24	SiO ₂	1.46	1.40	700
25	TiO ₂	2.30	1.40	700
26	SiO ₂	1.46	1.40	700
27	TiO ₂	2.30	1.40	700
28	SiO ₂	1.46	1.40	700
29	TiO ₂	2.30	1.40	700
30	SiO ₂	1.46	1.40	700
31	TiO ₂	2.30	1.40	700
32	SiO ₂	1.46	1.40	700
33	TiO ₂	2.30	1.40	700
34	SiO ₂	1.46	1.40	700
35	TiO ₂	2.30	1.40	700
36	SiO ₂	1.46	1.40	700
37	TiO ₂	2.30	1.40	700
38	SiO ₂	1.46	1.40	700
39	TiO ₂	2.30	1.40	700
40	SiO ₂	1.46	0.70	700

表1は、赤外線カットフィルタ1の多層膜3の組成及び各薄膜31、32の光学膜厚を示している。

また、この実施例1では、表1に示すように、多層膜3の40層のうち、1、11、12、18～22、40層が調整層3dとして構成されている。

図3に示すように、この実施例1にかかる赤外線カットフィルタ1では、波長が約550nmの光線から約650nmの光線まで透過率が徐々に減少していくことがわかる。つまり、可視域から赤外域に亘る帯域にかけて徐々に透過率が減少し、透過率が急峻に減少するのを防止していることがわかる。

上記したようにこの赤外線カットフィルタ1によれば、変極点Xを形成する急峻防止手段が設けられているので、可視域から赤外域に亘る帯域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることができる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることができる。

また、急峻防止手段は、第1層3a、第2層3b、第3層3cのうちいずれか2つの層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が水晶板2側から漸次増加されるよう第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなるので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成することができる。

また、第1層3a、第2層3b、第3層3cは、順にその厚さが増すよう構成され、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層は、第2層3bと第3層3cであり、その他の層は、第1層3aであるので、透過率が高い領域、例えば、図2に示すように、透過率90%付近において透過率が急峻に変移するのを防止することができる。

また、第2層3bと第3層3cとにおける第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、微量(例えば、表1に示す光学膜厚Ndには表示されない有効数字以下の値)に変移する透過率の変移量を抑えるこ

とができる。

また、調整層3dが積層され、調整層3dにより第1層3aと第2層3bと第3層3cとの各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点Xを形成するのにより好ましい。

5 なお、本実施の形態1では、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜を形成してもよい。この場合、可視域では、図4に示すような波長が形成され、紫外域から可視域に亘る帯域では人の目に近い透過率特性が得られる。

10 また、本実施の形態1では、水晶板2一面に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、水晶板2一面に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2他面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成してもよい。この場合、可視域では、図5に示すような波長が形成され、人の目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板2他面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成するとともに、水晶板2一面に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜3を形成しても同一の透過率特性が得られる。

15 また、本実施の形態1では、透明基板に水晶板2を用いているが、これに限定されるものではなく、光線が透過可能な基板であれば、例えばガラス板であってもよい。また、水晶板2も限定されるものではなく、単板の水晶板、例えば複屈折板であってもよく、複数枚からなる複屈折板であってもよい。

20 また、本実施の形態1では、第1薄膜31にTiO₂を用いているが、これに限定されるものではなく、第1薄膜31が高屈折率材料からなっていればよく、例えば、ZrO₂、Ta₂O₅、Nb₂O₅等を用いてよい。また、第2薄膜32にSi

O_2 を用いているが、これに限定されるものではなく、第2薄膜32が低屈折率材料からなっていればよく、例えば、MgF₂等を用いててもよい。

また、本実施の形態1では、予め設定した波長帯域を、可視域としているが、これに限定されるものではなく、波長帯域を任意の他の帯域、また、可視域のうちさら

5 らに限定した帯域に設定してもよい。

また、本実施の形態1では、急峻防止手段が、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端に調整層3dが積層されてなるが、これに限定されるものではなく、例えば、第1層3aと第2層3bと第3層3cとのいずれかの層間によ

って急峻に変移する透過率の変移量を抑えるために、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端のいずれか任意の位置に調整層3dが積層されてもよ

い。

また、本実施の形態1では、図2に示すように、変極点Xが透過率60、96%に設定されているが、これは便宜上設定した値にすぎず、これに限定されることではない。

15 また、本実施の形態1では、多層膜3を第1層3a、第2層3b、第3層3cと3層から構成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、3層以上の層から構成されてもよい。この場合、さらに多くの変極点Xを形成することができ、より好ましい。さらに、第1層3aと第2層3bから構成されてもよく、この場合、紫外域から可視域に渡る帯域に対応させるのに好ましい。

20 また、本実施例1では、多層膜3は40層から構成されているが、その層数は限定されるものではない。

<実施の形態2>

実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタは、上記した実施の形態1にかかる赤外線カットフィルタ1と、第1層3a、第2層3b、第3層3c、調整層3dの点で異なるだけで他の構成は同じ構成からなる。そのため、この実施の形態2では、この異なる第1層3a、第2層3b、第3層3c、調整層3dについて説明し、同

一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。

本実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタ1の構成である多層膜は、図1(b)に示すように、水晶板2一面側から順に、第1層3a、第2層3b、第3層3cから構成されている。これら第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの層は、第1薄膜31と第2薄膜32とが積層されて構成されている。これら積層される第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が異なることにより第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれの厚さが異なる。また、これら第1層3a、第2層3b、第3層3cは、順にその厚さが増すよう構成されている。

また、多層膜3には、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止する急峻防止手段が備えられている。この急峻防止手段により、図6に示すような透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点Xが形成される。

急峻防止手段は、第1層3a、第2層3b、第3層3cのうちいずれか2つの層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が水晶板2側から漸次増加されるよう第1層3a、第2層3b、第3層3cそれぞれにおける各薄膜の光学膜厚が設定されてなる。

また、急峻防止手段は、図1(b)に示すように、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの間と、その両端に調整層3dが積層されてなる。この調整層3dにより、第1層3aと第2層3bと第3層3cとの各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられる。

また、本実施の形態2では、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層は、第1層3aと第3層3cであり、その他の層は、第2層3bである。

また、第1薄膜31と第2薄膜32の光学膜厚が略同一である層である第1層3aと第3層3cとにおける第1薄膜31と第2薄膜32との光学膜厚が、赤外線カットフィルタ1の波長特性を微調整するため、微量に変化するよう設定されている。

上記した構成により、本実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタ1では、図

6に示すような透過率特性が得られる。

この実施の形態2にかかる赤外線カットフィルタ1の波長特性を実際に測定した。次に、その測定結果を示す。

<実施例2>

5 本実施例2では、透明基板として、屈折率が1.54である水晶板2を用いている。また、第1薄膜31として、屈折率が2.30であるTiO₂を用い、第2薄膜31として、屈折率が1.46であるSiO₂を用い、これらの中心波長を700nmとしている。

これら各薄膜31、32各自の光学膜厚が、表2に示すような値になるように上10記した40層からなる多層膜3の製造方法により各薄膜31、32が形成され、図7に示すような透過特性が得られる。なお、この実施例2では、光線の入射角を0度、すなわち光線を垂直入射させている。

[表 2]

層	蒸着物質	屈折率N	光学膜厚N d	中心波長λ (nm)
1	TiO ₂	2.30	1.28	700
2	SiO ₂	1.46	1.17	700
3	TiO ₂	2.30	1.08	700
4	SiO ₂	1.46	1.08	700
5	TiO ₂	2.30	1.08	700
6	SiO ₂	1.46	1.08	700
7	TiO ₂	2.30	1.08	700
8	SiO ₂	1.46	1.08	700
9	TiO ₂	2.30	1.08	700
10	SiO ₂	1.46	1.10	700
11	TiO ₂	2.30	1.10	700
12	SiO ₂	1.46	1.14	700
13	TiO ₂	2.30	1.14	700
14	SiO ₂	1.46	1.17	700
15	TiO ₂	2.30	1.17	700
16	SiO ₂	1.46	1.17	700
17	TiO ₂	2.30	1.17	700
18	SiO ₂	1.46	1.13	700
19	TiO ₂	2.30	1.20	700
20	SiO ₂	1.46	1.20	700
21	TiO ₂	2.30	1.20	700
22	SiO ₂	1.46	1.30	700
23	TiO ₂	2.30	1.40	700
24	SiO ₂	1.46	1.40	700
25	TiO ₂	2.30	1.40	700
26	SiO ₂	1.46	1.40	700
27	TiO ₂	2.30	1.40	700
28	SiO ₂	1.46	1.40	700
29	TiO ₂	2.30	1.40	700
30	SiO ₂	1.46	1.40	700
31	TiO ₂	2.30	1.40	700
32	SiO ₂	1.46	1.40	700
33	TiO ₂	2.30	1.40	700
34	SiO ₂	1.46	1.40	700
35	TiO ₂	2.30	1.40	700
36	SiO ₂	1.46	1.40	700
37	TiO ₂	2.30	1.40	700
38	SiO ₂	1.46	1.40	700
39	TiO ₂	2.30	1.40	700
40	SiO ₂	1.46	0.70	700

表2は、赤外線カットフィルタ1の多層膜3の組成及び各薄膜31、32の光学膜厚を示している。

また、この実施例 2 では、表 2 に示すように、多層膜 3 の 40 層のうち、1、2、10、11、18～22、40 層を調整層 3 d として構成している。

図 7 に示すように、この実施例 2 にかかる赤外線カットフィルタ 1 では、波長が約 650 nm の光線から約 700 nm の光線まで透過率が徐々に減少していくこと 5 がわかる。つまり、可視域から赤外域に亘る帯域にかけて徐々に透過率が減少し、透過率が急峻に減少するのを防止していることがわかる。

上記したようにこの赤外線カットフィルタ 1 によれば、上記した本実施の形態 1 にかかる赤外線カットフィルタ 1 と同様の作用効果を有する。

また、本実施の形態 1 と異なる作用効果として、第 1 層 3 a、第 2 層 3 b、第 10 層 3 c が、順にその厚さが増すよう構成され、第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 の光学膜厚が略同一である層が、第 1 層 3 a と第 3 層 3 c であり、その他の層が、第 2 層 3 b であるので、透過率が低い領域、例えば、図 6 に示すように、透過率 30% 付近において透過率が急峻に変移するのを防止することができる。

また、第 1 層 3 a と第 3 層 3 c における第 1 薄膜 3 1 と第 2 薄膜 3 2 との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されているので、透過率が急峻に変移する変移波長帯域以外の予め設定した波長帯域内において、微量（例えば、表 2 に示す光学膜厚 N d には表示されない有効数字以下の値）に変移する透過率の変移量を抑えることができる。

また、調整層 3 d が積層され、調整層 3 d により第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 20 層 3 c との各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられるので、変極点 X を形成するのにより好ましい。

なお、本実施の形態 2 では、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成しているが、これに限定されるものではなく、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜を形成してもよい。この場合、可視域では、図 8 に示すような波長が形成され、紫外域から可視域に亘る帯域では人の目に近い透過率特性が得られる。

また、本実施の形態 2 では、水晶板 2 一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成しているが、これに限定されるものではなく、例えば、水晶板 2 一面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 他面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成してもよい。この場合、可視域では、図 9 に示すような波長が形成され、人の目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板 2 他面上に可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 一面上に紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする多層膜 3 を形成しても同一の透過率特性が得られる。

また、水晶板 2 一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。この場合、可視域では、図 10 に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときに入れた目に近い透過率特性が得られる。また、水晶板 2 一面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 他面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。この場合、可視域では、図 11 に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときに入れた目に近い透過率特性が得られる。なお、この例では、水晶板 2 一面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成しているが、これに限定されるものではなく、水晶板 2 一面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。

また、本実施の形態 2 では、急峻防止手段が、第 1 層 3 a と第 2 層 3 b と第 3 層

3 c との間と、その両端に調整層 3 d が積層されてなるが、これに限定されるものではなく、例えば、第1層 3 a と第2層 3 b と第3層 3 c とのいずれかの層間によつて急峻に変移する透過率の変移量を抑えるために、第1層 3 a と第2層 3 b と第3層 3 c との間と、その両端のいずれか任意の位置に調整層 3 d が積層されてもよい。

また、本実施の形態 2 では、図 6 に示すように、変極点 X が透過率 40% に設定されているが、これは便宜上設定した値にすぎず、これに限定されることではない。

また、本実施の形態 2 では、多層膜 3 を第1層 3 a 、第2層 3 b 、第3層 3 c と 3 層から構成しているが、これに限定されるものではなく、第1層 3 a と第2層 3 b とから構成されてもよく、この場合、紫外域から可視域に渡る帯域に対応させるのに、好ましい。また、多層膜 3 が 3 層以上の層から構成されてもよい。この場合、さらに多くの変極点 X を形成することができ、より好ましい。例えば、水晶板 2 一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 及び本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成するとともに、水晶板 2 他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の光線をカットすることを対象とする上記した実施の形態 1 及び本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。この場合、可視域では、図 12 に示すような波長が形成され、撮像装置と組み合わせたときの人の目に近い透過率特性を得るのに、より好ましい。なお、この例では、水晶板 2 一面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を形成しているが、これに限定されるものではなく、水晶板 2 一面上に、本実施の形態 2 にかかる多層膜 3 を、水晶板 2 他面上に、上記した実施の形態 1 にかかる多層膜 3 を形成してもよい。

また、本実施例 2 では、多層膜 3 は 40 層から構成されているが、その層数は限定されるものではない。

以上、説明したように、本発明にかかる光線カットフィルタによれば、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の

目に近い透過率特性を得ることができる。

すなわち、本発明にかかる光線カットフィルタによれば、多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられているので、予め設定した波長帯域、例えば可視域において、透過率が急峻に変移するのを防止して人の目に近い透過率特性を得ることができる。そのため、人の目が感じる色合いに近い色合いで撮像デバイスでの撮像を行うことができ、色の再現性の向上を図ることができる。

なお、本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の実施の形態及び実施例はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

また、この出願は、2003年5月29日に日本で出願された特願2003-152751号に基づく優先権を請求する。これに言及することにより、その全ての内容は本出願に組み込まれるものである。

産業上の利用可能性

本発明は、赤外線カットフィルタだけではなく任意の光線カットフィルタに適用可能である。

請求の範囲

1. 透明基板と、この透明基板上に形成される多層膜とからなり、多層膜は、高屈折率材料からなる第1薄膜と、低屈折率材料からなる第2薄膜とが交互に複数積5層されてなる光線カットフィルタにおいて、

前記多層膜に、予め設定した波長帯域内において透過率が急峻に変移するのを防止するために、透過率が急峻に変移する変移波長帯域の波長に変極点を形成する急峻防止手段が備えられたことを特徴とする光線カットフィルタ。

2. 請求の範囲第1項に記載の光線カットフィルタにおいて、

10 前記多層膜は、前記透明基板側から順に序数詞で定義される複数層から構成され、前記各層は、それぞれ前記第1薄膜と前記第2薄膜とが積層されて構成され、これら積層される前記第1薄膜と前記第2薄膜との光学膜厚が異なることにより前記各層それぞれの厚さが異なり、

前記急峻防止手段は、前記層のうち、少なくとも1つ以上の層において積層された前記第1薄膜と前記第2薄膜との光学膜厚が略同一であるとともに、その他の層において積層された前記第1薄膜と前記第2薄膜との光学膜厚が前記透明基板側から漸次増加されるよう前記各層それぞれにおける前記各薄膜の光学膜厚が設定されてなることを特徴とする光線カットフィルタ。

3. 請求の範囲第2項に記載の光線カットフィルタにおいて、

20 前記層は、第1層、第2層、第3層から構成されるとともに、これら第1層、第2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、

前記第1薄膜と前記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、前記第2層と前記第3層であり、前記その他の層は、前記第1層であることを特徴とする光線カットフィルタ。

25 4. 請求の範囲第2項に記載の光線カットフィルタにおいて、

前記層は、第1層、第2層、第3層から構成されるとともに、これら第1層、第

2層、第3層は、順にその厚さが増すよう構成され、

前記第1薄膜と前記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層は、前記第1層と前記第3層であり、前記その他の層は、前記第2層であることを特徴とする光線カットフィルタ。

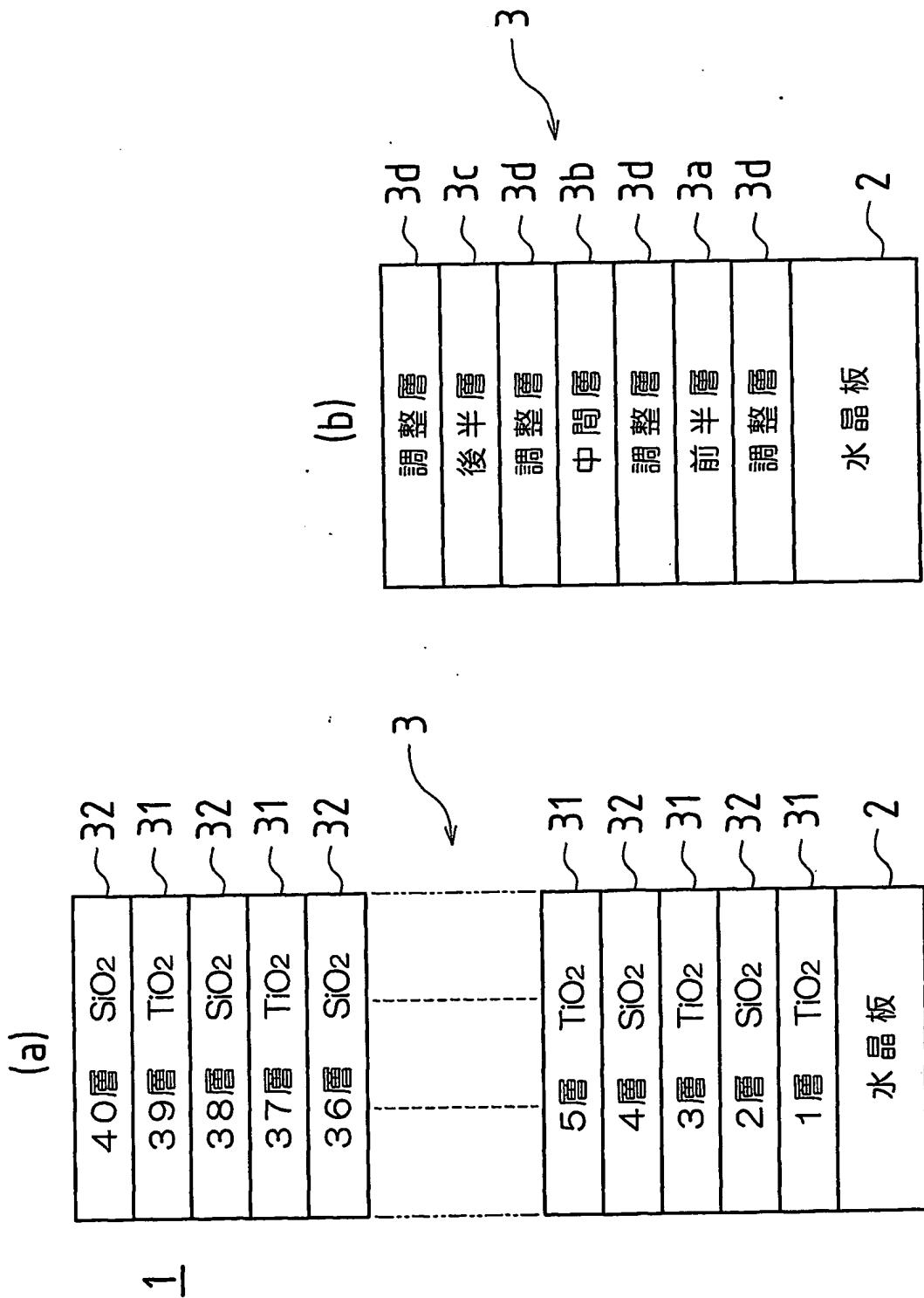
5 5. 請求の範囲第2項に記載の光線カットフィルタにおいて、

前記透明基板一面上に、可視域から赤外域に亘る帯域の波長に対応した前記多層膜が形成され、前記透明基板他面上に、紫外域から可視域に亘る帯域の波長に対応した前記多層膜が形成されることを特徴とする光線カットフィルタ。

6. 請求の範囲第2乃至5項のいずれかに記載の光線カットフィルタにおいて、
10 前記第1薄膜と前記第2薄膜の光学膜厚が略同一である層における前記第1薄膜と前記第2薄膜との光学膜厚が、微量に変化するよう設定されることを特徴とする光線カットフィルタ。

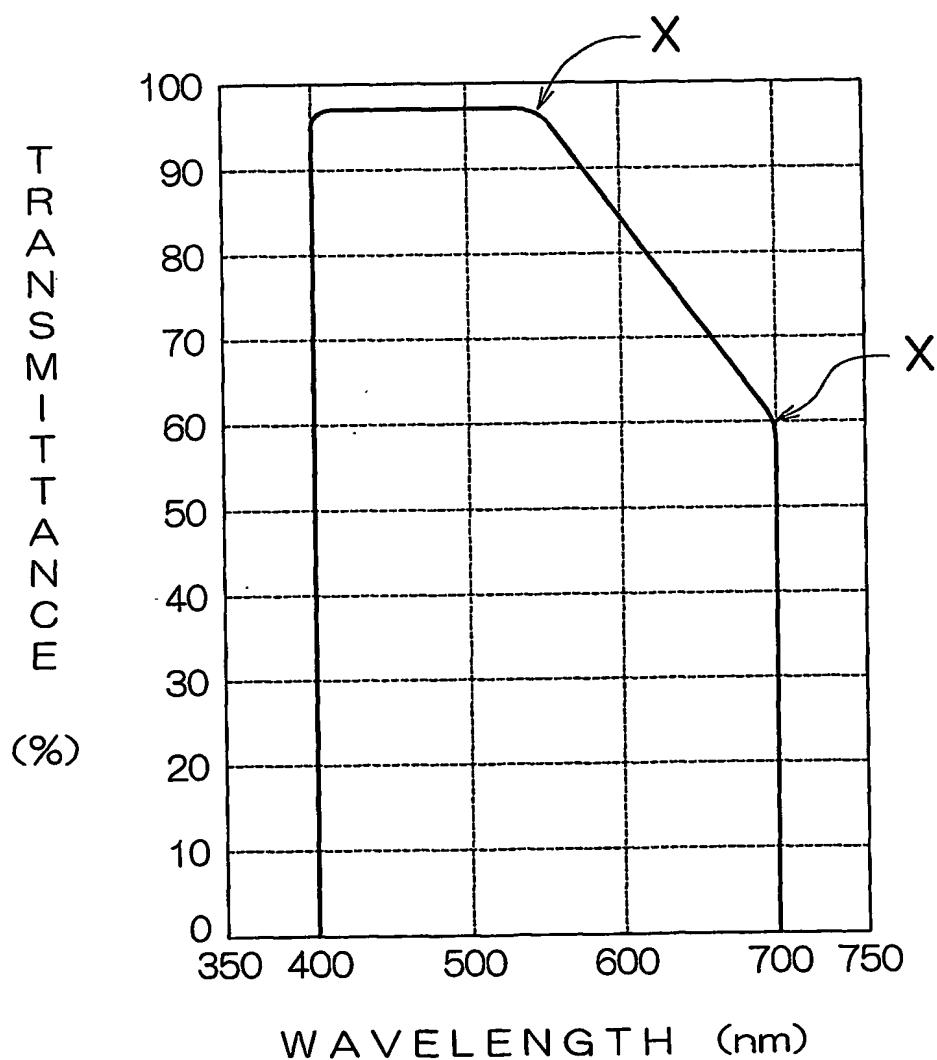
7. 請求の範囲第2乃至6項のいずれかに記載の光線カットフィルタにおいて、
前記急峻防止手段は、前記各層の間およびその両端の少なくとも一つの位置に少なくとも1層以上の調整層が積層されてなり、
15 前記調整層により、前記各層間によって急峻に変移する透過率の変移量が抑えられることを特徴とする光線カットフィルタ。

义 1



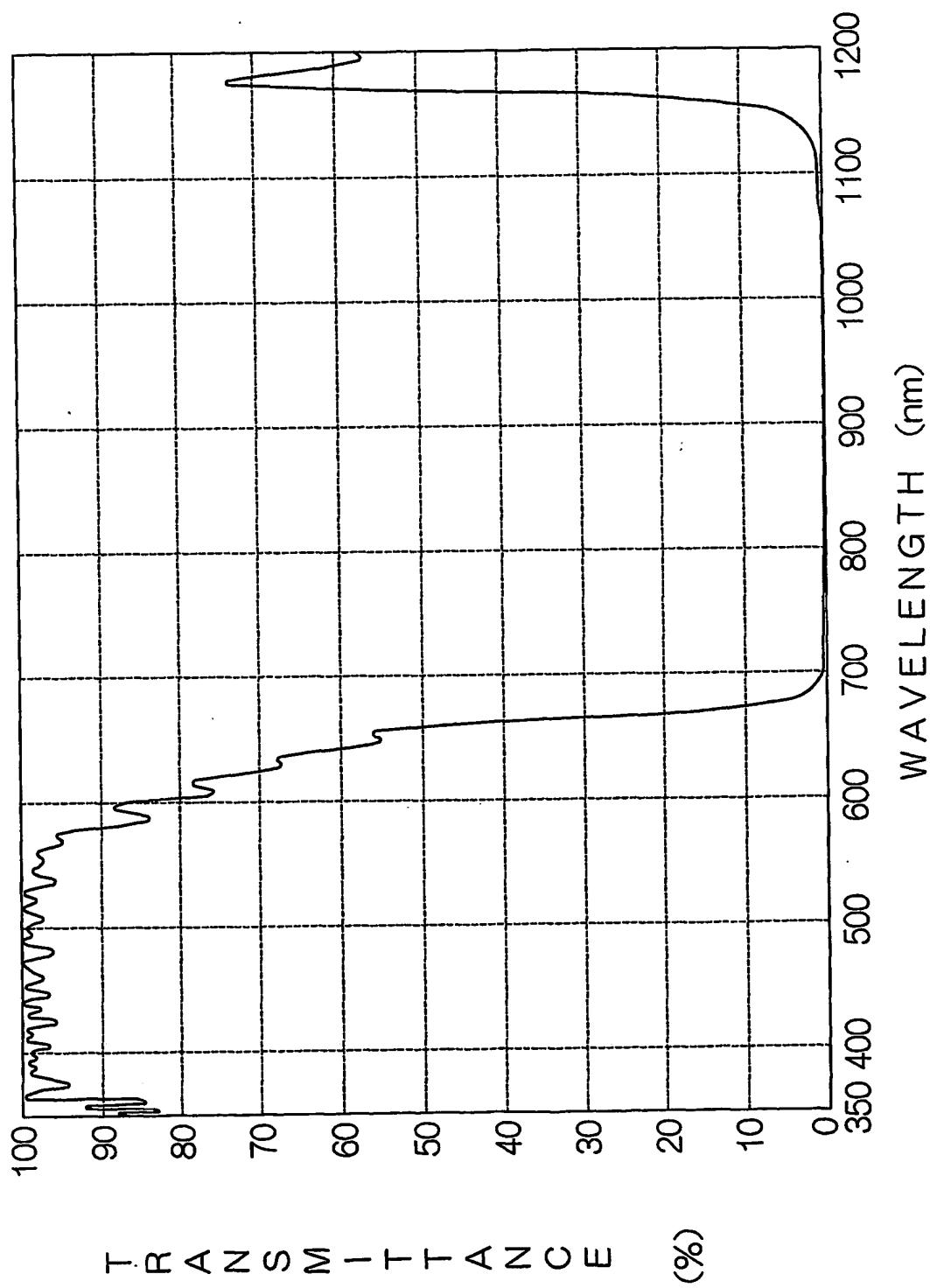
2/14

図2



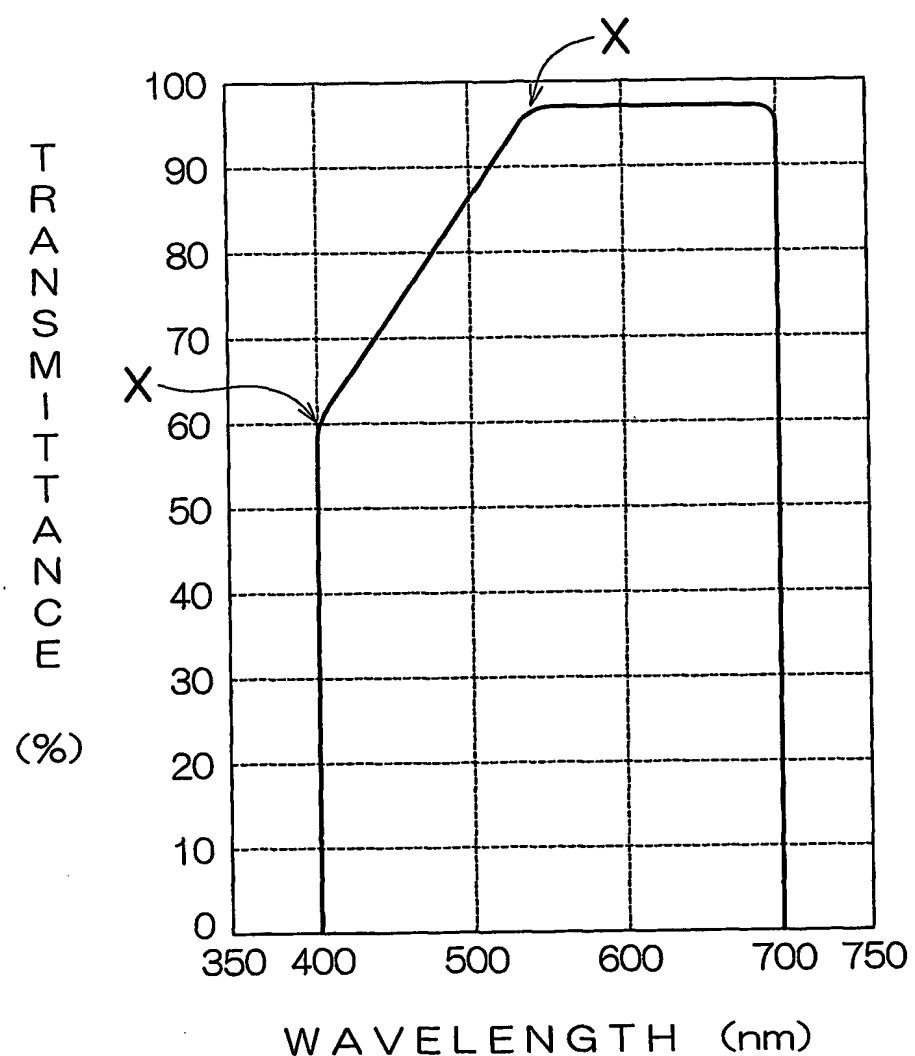
3/14

図3



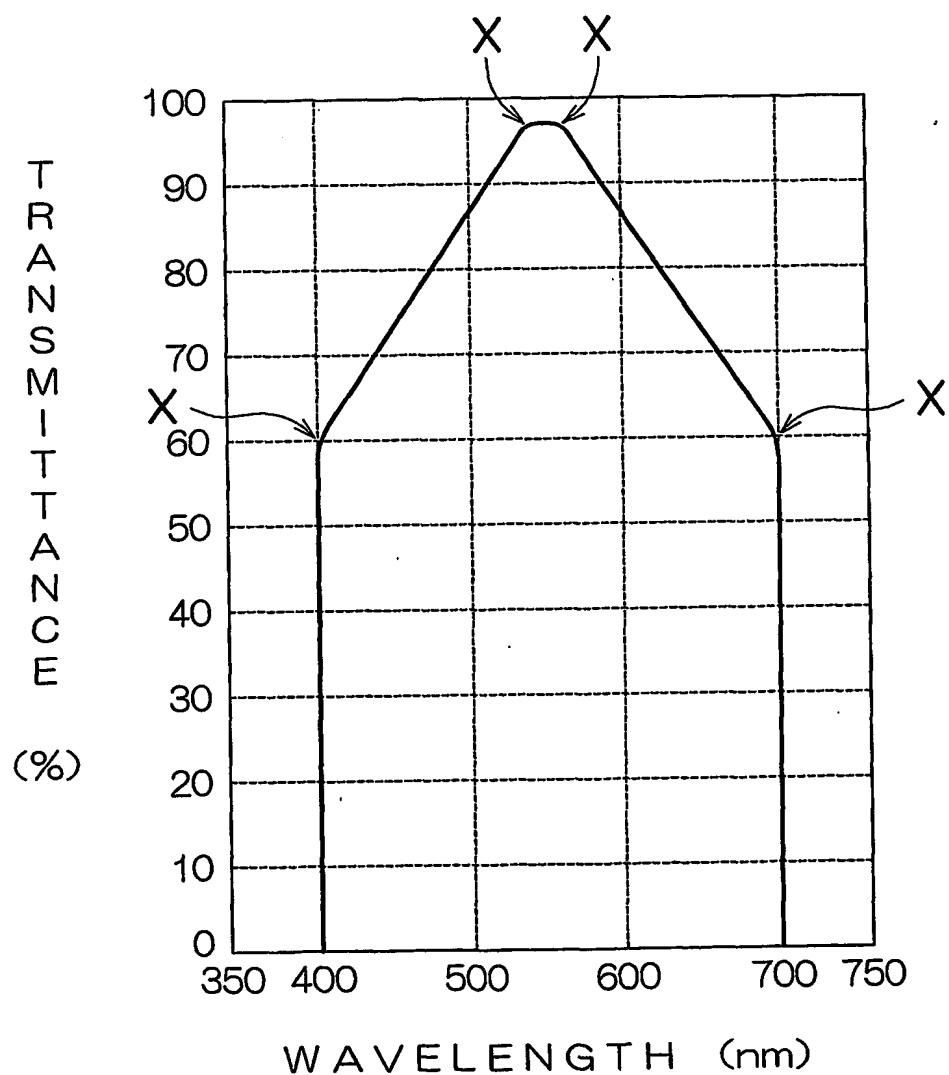
4/14

図4



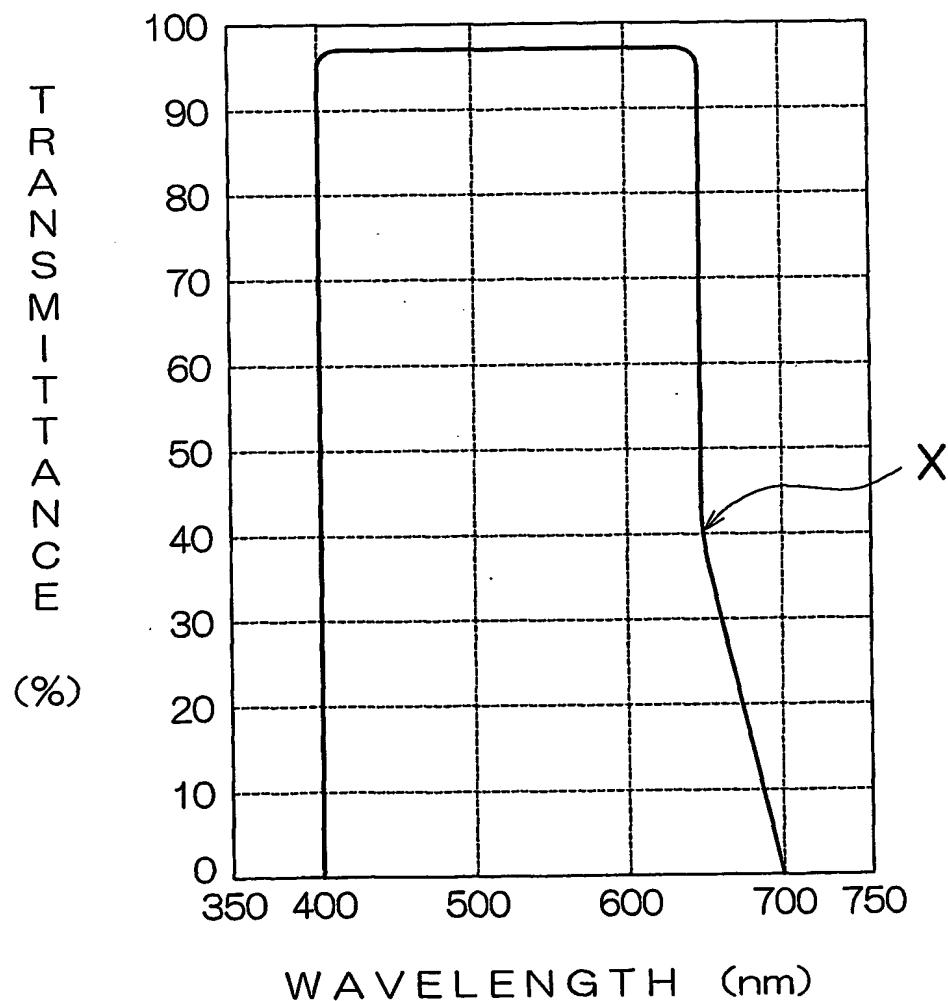
5/14

図5



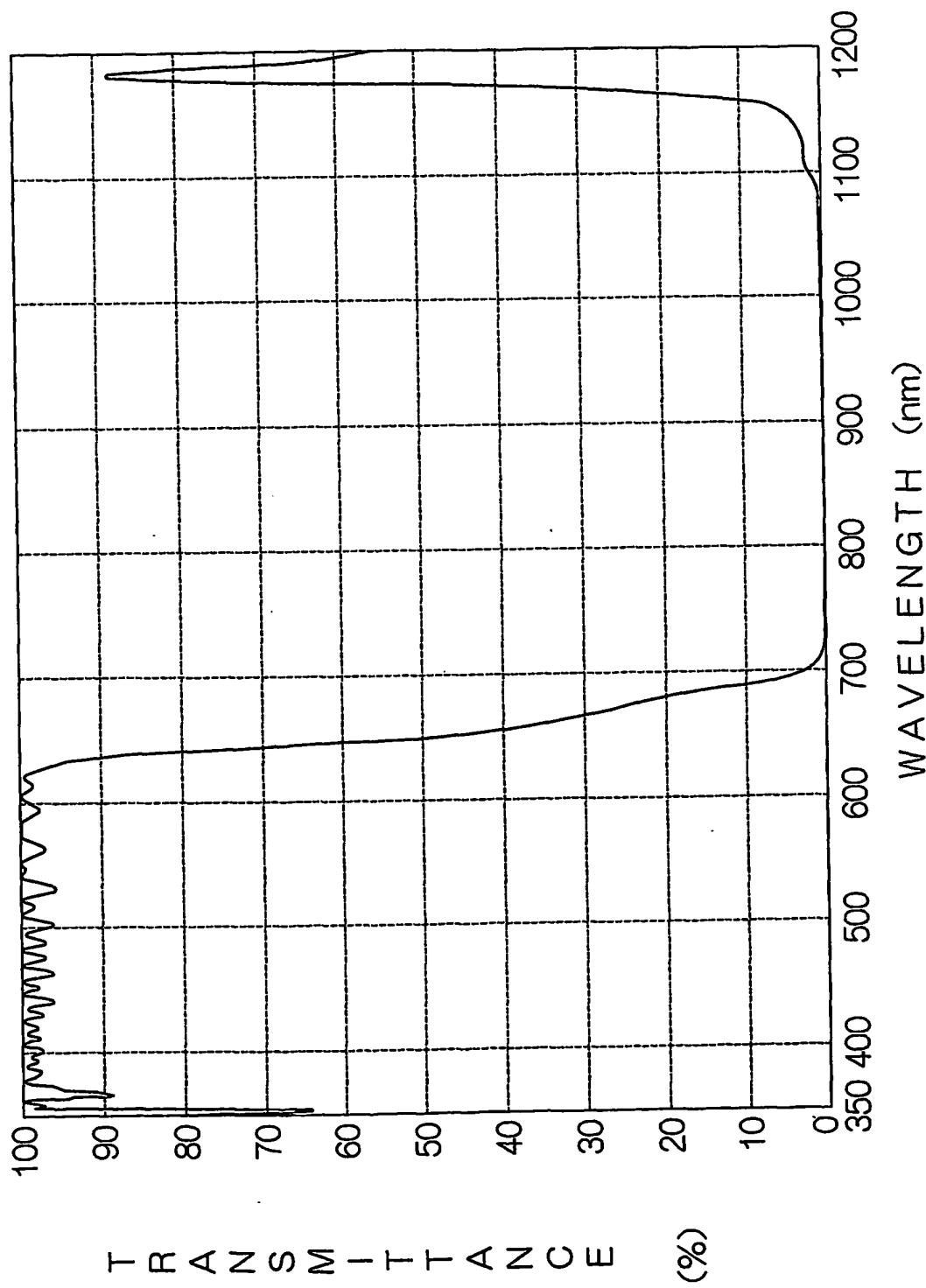
6/14

図6



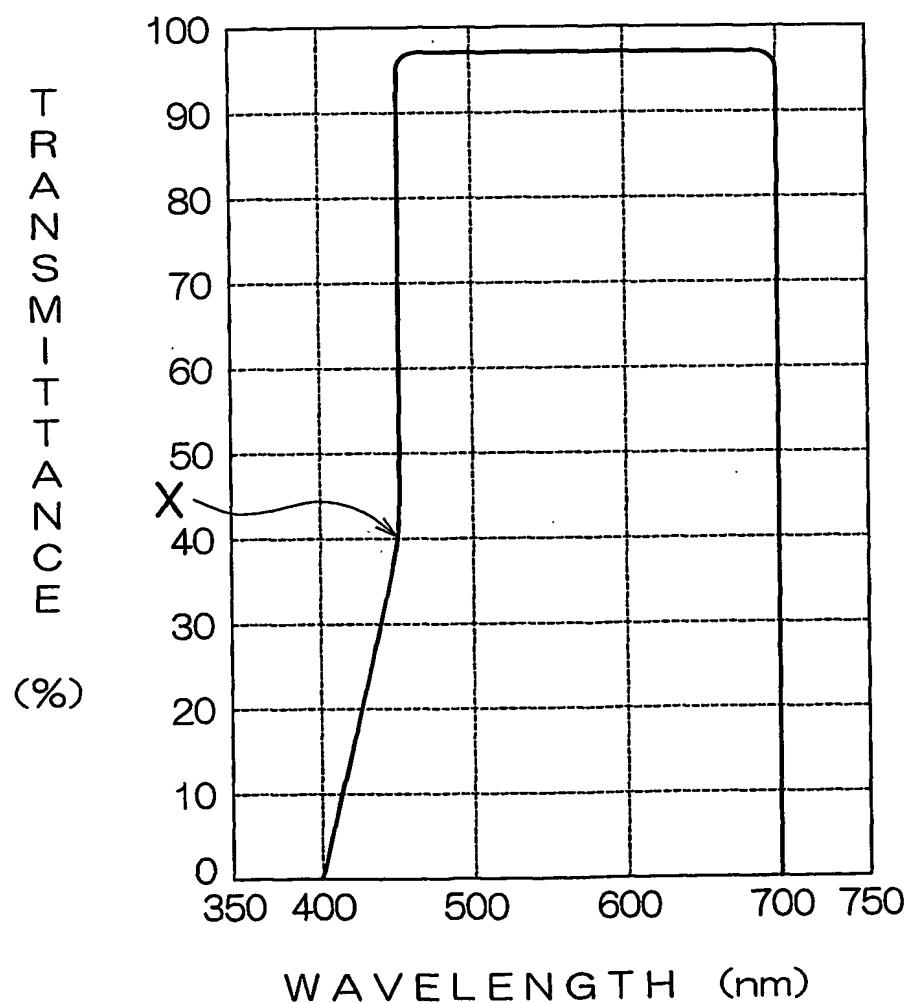
7/14

図7



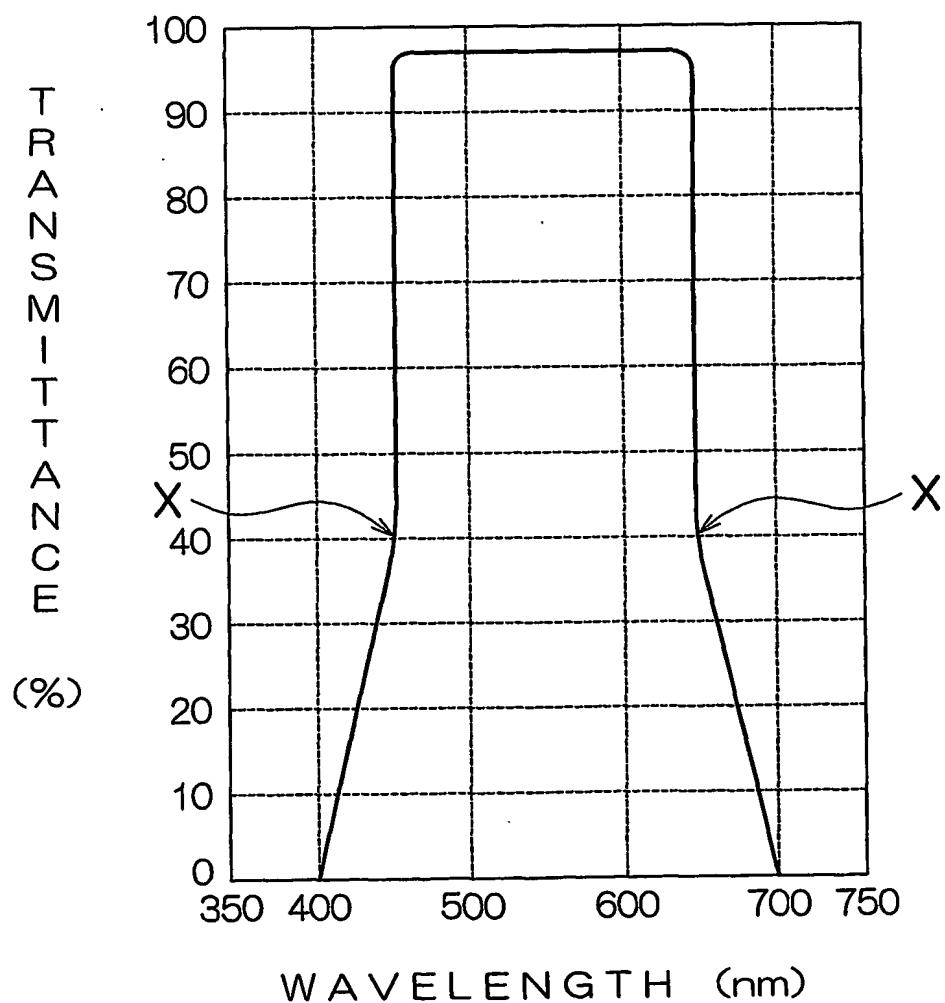
8/14

図8



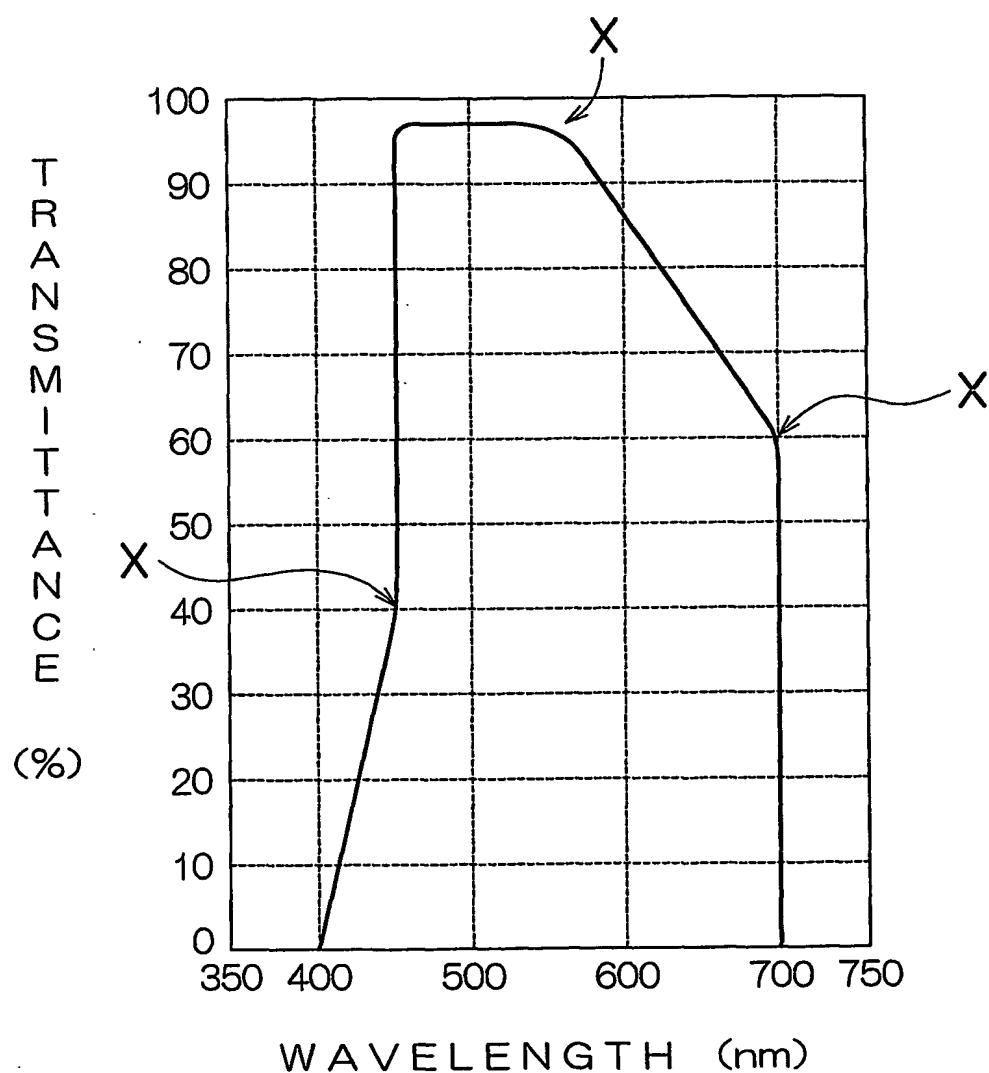
9/14

図9



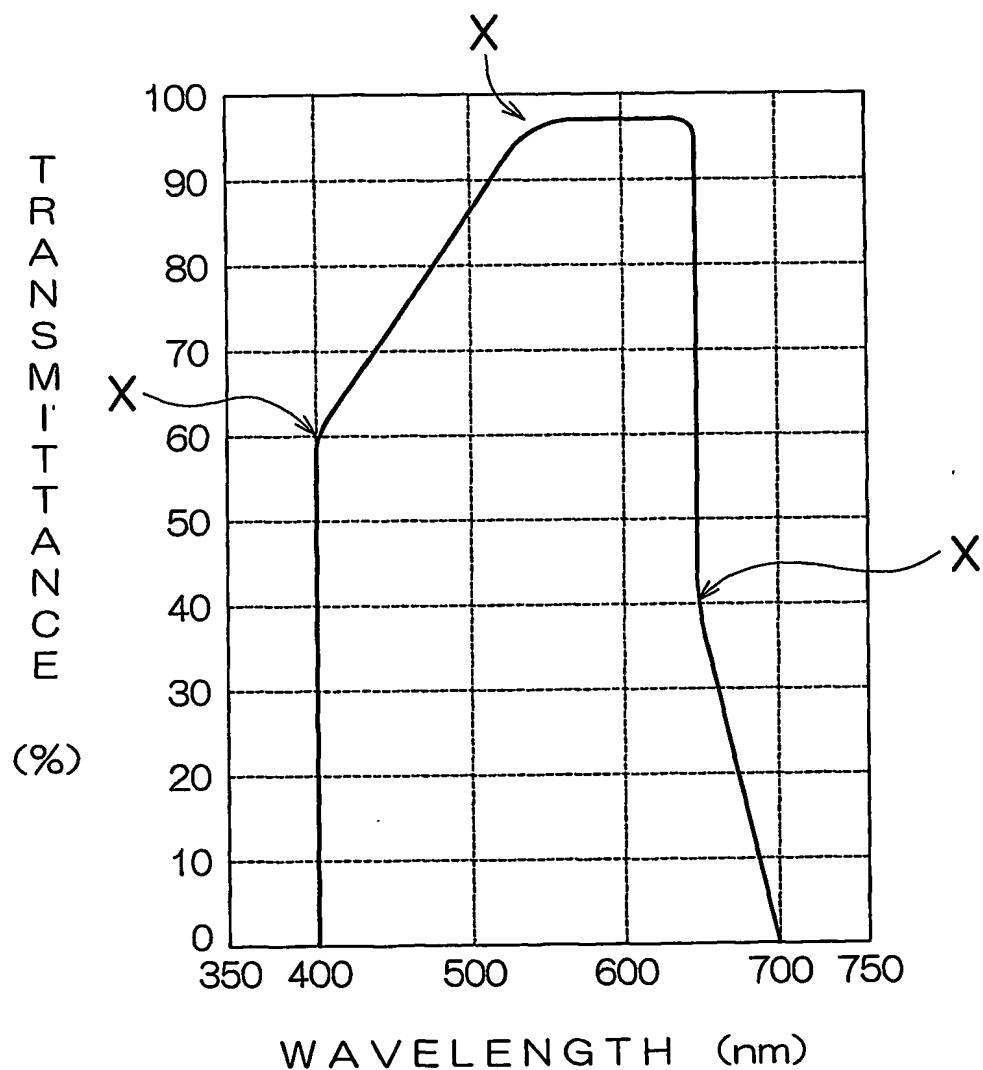
10/14

図10



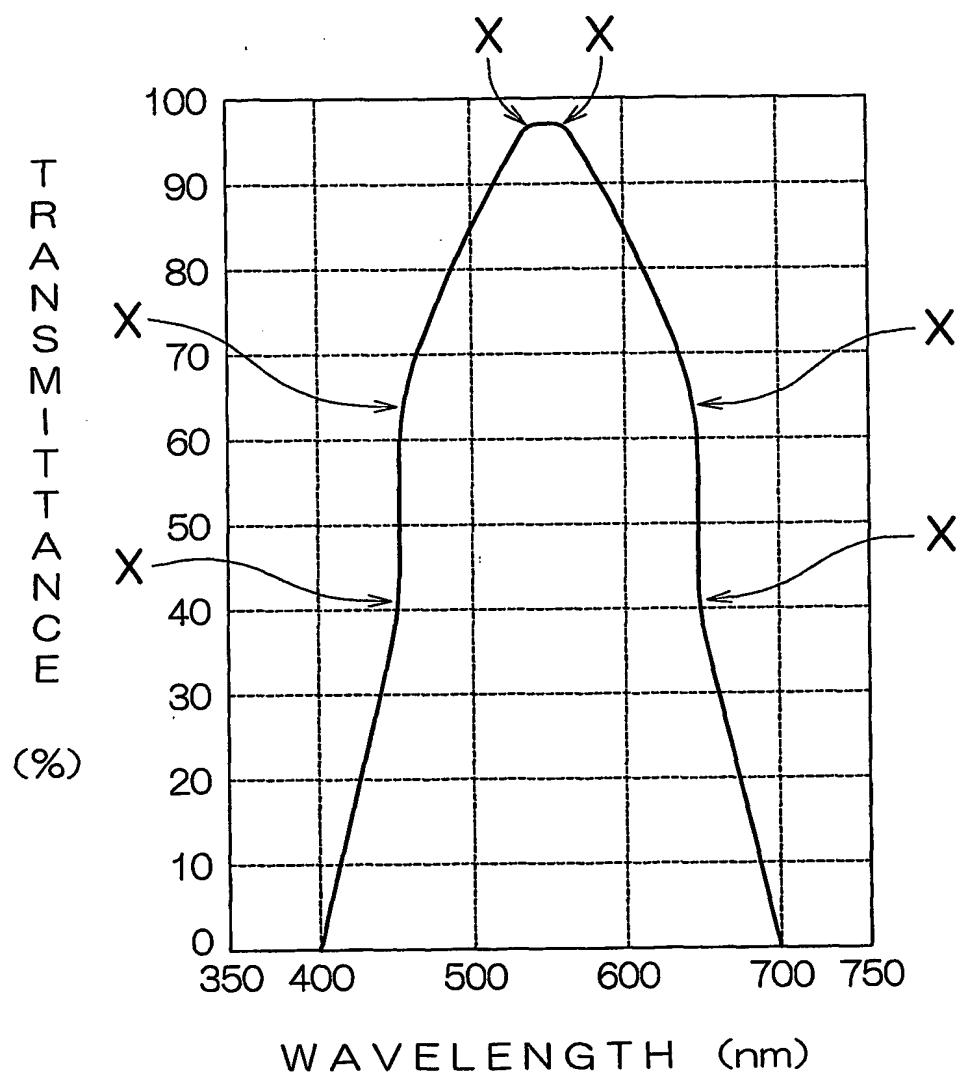
11/14

図11



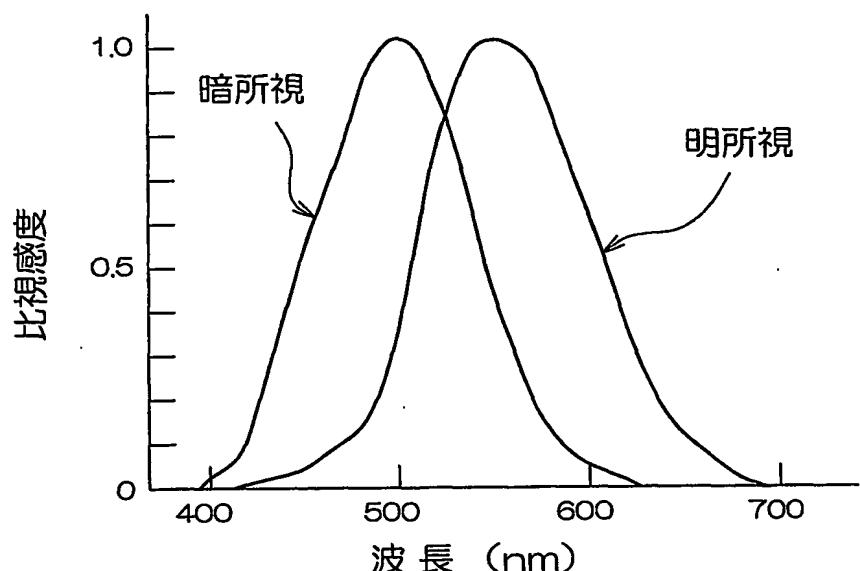
12/14

図12

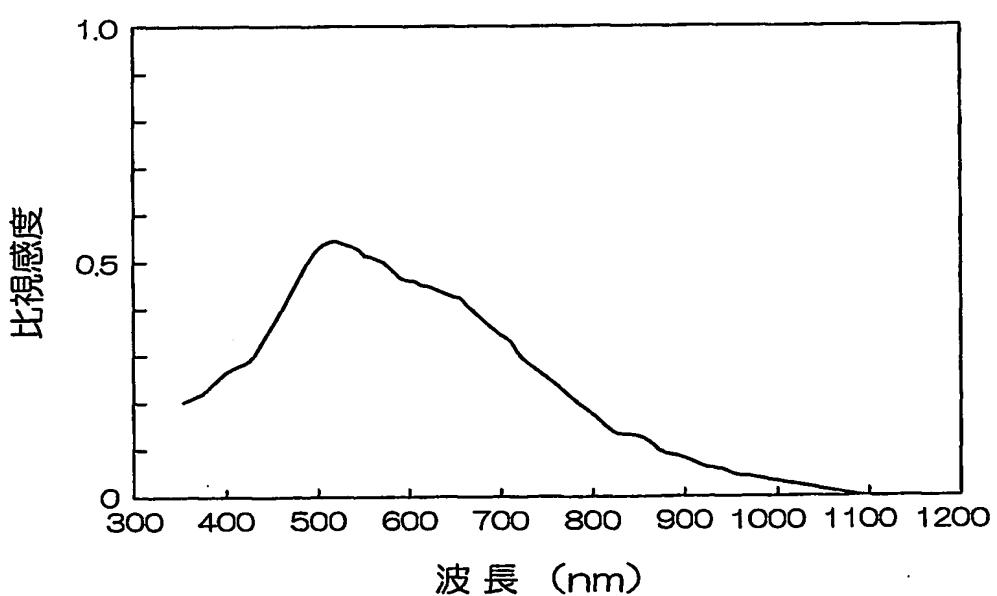


13/14

図13



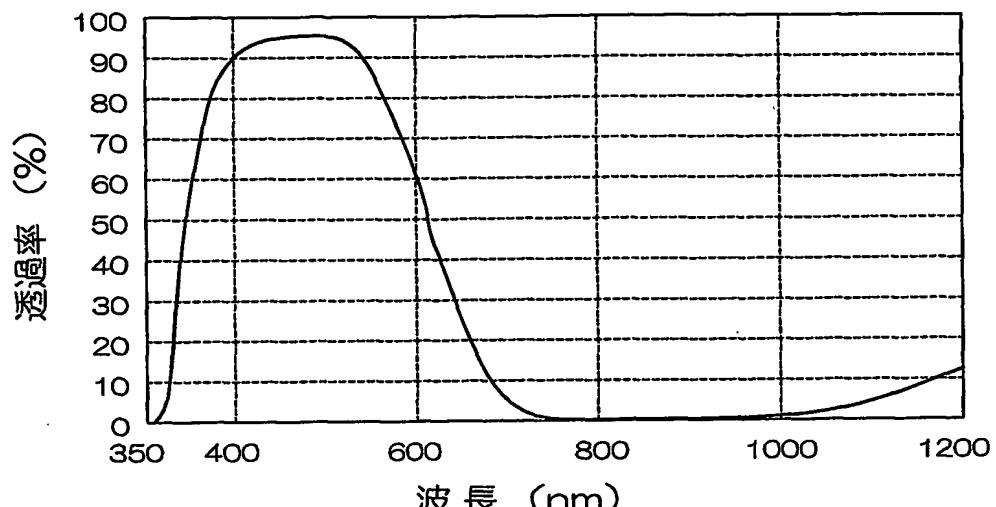
(a)



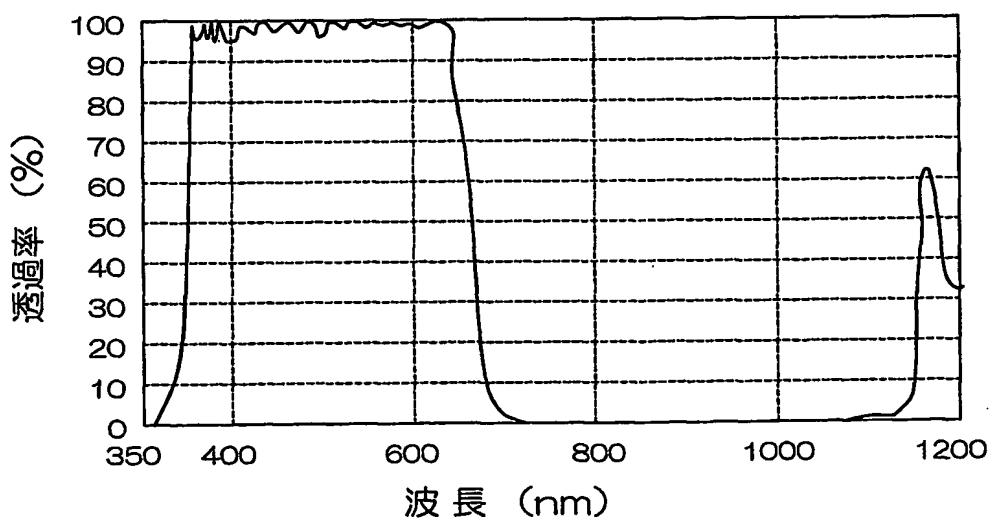
(b)

14/14

図14



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/007588A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1⁷ G02B5/28, H04N5/335, H04N9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.C1⁷ G02B5/28, H04N5/335, H04N9/04Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-314808 A (Kinseki Kabushiki Kaisha), 14 November, 2000 (14.11.00), Claim 1; Par. Nos. [0007], [0008]; all drawings (Family: none)	1 2-7
A	JP 2003-29027 A (Tokai Kogaku Kabushiki Kaisha), 29 January, 2003 (29.01.03), Claim 1; Par. Nos. [0003], [0004], [0008]; all drawings (Family: none)	1-7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 30 August, 2004 (30.08.04)	Date of mailing of the international search report 14 September, 2004 (14.09.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G02B 5/28 H04N 5/335 H04N 9/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G02B 5/28 H04N 5/335 H04N 9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-314808 A (キンセキ株式会社) 2000. 11. 14 【請求項1】【0007】【0008】全図 (ファミリーなし)	1
A	JP 2003-29027 A (東海光学株式会社) 2003. 01. 29 【請求項1】【0003】【0004】【0008】全図 (ファミリーなし)	2-7
A		1-7

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 08. 2004

国際調査報告の発送日

14. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

峰 祐治

2V 7635

電話番号 03-3581-1101 内線 6532